

Carola Pekrun, Stefan Pflaum und Ulrich Henne

# Was ist über die Wirkung der Stoppelbearbeitung bekannt – wo fehlt es an Daten?

Die Wirkung der Stoppelbearbeitung wurde bisher nur unzureichend untersucht. Die Empfehlungen zur Stoppelbearbeitung stützen sich deshalb in erheblichem Maße auf Erfahrungswissen. Es scheint gesichert zu sein, dass durch Stoppelbearbeitung perennierende Unkräuter zurückgedrängt werden können. Annuelle Unkräuter und Ausfallsamen von Kulturpflanzen dagegen werden nicht in jedem Fall durch frühzeitige Stoppelbearbeitung reduziert. Es kann auch zu einer Zunahme von Unkrautproblemen kommen. Zur Beurteilung der Frage, ob Stoppelbearbeitung die Umsetzung von Ernterückständen fördert oder beschleunigt, fehlen ausreichende Versuchsergebnisse. Bodenfeuchte könnte durch Stoppelbearbeitung eher verringert als gespeichert werden. Vorläufige Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass die Ertragsbildung tendenziell positiv beeinflusst wird. Weitere Versuche zur Quantifizierung der Wirkung der Stoppelbearbeitung sind dringend notwendig.

## Schlüsselwörter

Stoppelbearbeitung, Wassereinsparung, Aufgang von Unkräutern, Ausfallgetreide, Umsetzung des Stroh

## Keywords

Stubble tillage, water conservation, weed emergence, seed losses, mineralisation of straw

## Abstract

Pekrun, Carola; Pflaum, Stefan and Henne, Ulrich

What is known about the effect of stubble tillage – what is unknown?

Landtechnik 66 (2011), no. 2, pp. 108-112, 2 figures, 5 tables, 7 references

So far, the implication of stubble tillage has not been studied intensively. Recommendations of early and shallow stubble tillage are based on experience and potentially observation by farmers. It seems to be correct that stubble tillage controls effectively perennial weeds. However, stubble tillage will not necessarily have the same effect on annual weeds and volunteer crops. Early stubble tillage can result in increased

weed and volunteer problems. The data basis with respect to decomposition of straw as affected by stubble tillage is very scarce. Soil moisture apparently will not be conserved by early stubble tillage in every case. The current data basis tends to contradict this observation. Preliminary research showed that stubble tillage tends to increase yields. Further research to quantify the effects of stubble tillage is necessary.

■ Bald nach der Ernte von Druschfrüchten wird die Stoppel üblicherweise flach bearbeitet. In fast jedem deutschsprachigen pflanzenbaulichen Lehrbuch findet man die Empfehlung, dass dies nötig sei. Als aktuelles Beispiel sei hier [1] genannt. Die Stoppelbearbeitung wird üblicherweise als Maßnahme gesehen, Ausfallgetreide und Unkrautsamen zur Keimung anzuregen, um sie in nachfolgenden Arbeitsgängen zu vernichten. Sie soll zudem die perennierenden Unkräuter zurückdrängen. Ein weiterer Zweck der Maßnahme besteht darin, Wasser im Boden zu halten, indem der kapillare Wasseraufstieg unterbrochen wird. Des Weiteren soll durch die Stoppelbearbeitung die Umsetzung von Ernterückständen und organischen Düngern gefördert werden. Die verbesserte Umsetzung soll sich positiv auf Pflanzenkrankheiten auswirken, die über Stroh und Stoppeln übertragen werden. Zusammengefasst soll die Stoppelbearbeitung aufgrund der genannten Effekte die Ertragsbildung der Folgekulturen positiv beeinflussen.

Inwiefern dies tatsächlich der Fall ist, ist bisher nur unzureichend untersucht worden. Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, die Datenbasis zur Wirkung der Stoppelbearbeitung darzulegen, um zu zeigen, wo Forschungslücken bestehen.

### Förderung des Aufgangs von Ausfallsamen

Falls ausreichend Bodenfeuchte oder Niederschläge zur Verfügung stehen, ergrünt die Stoppel. Dies ist insbesondere deutlich zu sehen nach Raps und Getreide. Das Ergrünen der Stoppel veranlasst zu der Annahme, dass die Stoppelbearbeitung einen positiven Einfluss auf die Keimung der Ausfallsamen besitzt. Hierbei bleibt allerdings unberücksichtigt, dass auch ohne Stoppelbearbeitung Ausfallsamen keimen können, dies um so mehr, je kleiner die Samen sind (**Abbildung 1**). Auch wird nicht bedacht, dass die Anzahl an Ausfallsamen auf der Stoppel auch durch weitere Faktoren verringert werden kann, z. B. durch den Fraß von Tieren (Laufkäfer, Mäuse, Vögel) oder das Absterben aufgrund des Ankeimens mit nachfolgendem Vertrocknen.

Was Getreidesamen betrifft, scheint die Stoppelbearbeitung den Aufgang zu erhöhen (**Tabelle 1**). In einem Versuch auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb Tachenhausen der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen wurde 2007 in Zusammenarbeit mit der Firma Lemken ein Versuch zur Stoppelbearbeitung angelegt (**Abbildung 2**). In der Summe der Auszählungen erbrachte die zweimalige Bearbeitung der Stoppel mit dem Grubber höhere Aufgänge als die einmalige Bearbeitung bzw. keine Stoppelbearbeitung (= Kontrolle). In der Variante „Kontrolle“ blieb die Stoppel zwischen Ernte der Vorfrucht und der Grundbodenbearbeitung zur Folgefrucht unbearbeitet. In **Tabelle 1** ist jeweils die Summe der aufgelaufenen Ausfallsamen dargestellt, d. h. es wurden jeweils vor jeder Bearbeitung die aufgelaufenen Pflanzen gezählt und aufsummiert.

Abb. 1



Auch ohne Bodenbearbeitung können Ausfallsamen auf der Stoppel keimen. Foto: Pekrun

*Fig. 1: Lost seeds can sprout on stubble even without soil cultivation*

Tab. 1

Aufgang von Ausfallgetreide [Pflanzen • m<sup>2</sup>] auf der Stoppel im Stoppelbearbeitungsversuch Tachenhausen in den Jahren 2007-2009. Es ist jeweils die Summe der in der Zwischenbrachezeit aufgelaufenen Getreidepflanzen dargestellt. Unterschiedliche Buchstaben weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen innerhalb eines Jahres hin,  $p < 0,05$

*Table 1: Number of cereal plants [plants • m<sup>2</sup>] that emerged during the years 2007-2009 on the stubble. The data show the sum of plants that emerged in the time between crop harvest and seed bed preparation of the following crop. Letters indicate significant differences between treatments within one year at  $p < 0.05$*

Jahr/ Year	Kontrolle/ Control	1 × Grubber/ 1 × Cultivator	2 × Grubber/ 2 × Cultivator
2007	30,3 b	42,0 b	60,8 a
2008	74,5 c	34,8 b	112,0 a
2009	78,5 b	72,5 b	112,5 a

Ob die Förderung des Aufgangs gleichzeitig bedeutet, dass die Überdauerung der Samen und damit die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Durchwuchs in den Folgekulturen vermindert wurde, ist hiermit allerdings nicht belegt. In diesem Versuch wurden keine Erhebungen zum Bodensamenvorrat durchgeführt. Durchwuchsgetreide innerhalb der Folgekulturen trat bisher auf keiner der Parzellen auf.

Abb. 2



Die zweimalige Bearbeitung der Stoppel erbrachte besonders hohe Aufgänge des Ausfallgetreides. Foto: Lemken

*Fig. 2: Repeated stubble tillage improved the emergence of volunteer cereals*

Erhebungen des Bodensamenvorrats wurden in langjährigen Versuchen zum Ausfallraps durchgeführt [2]. Hier wurde festgestellt, dass zwischen dem Aufgang von Ausfallraps auf der Stoppel und der Überdauerung der Samen kein linearer Zusammenhang besteht. Vielmehr zeigten die Versuche in mehreren europäischen Ländern, dass insbesondere bei früher Stoppelbearbeitung und unter trockenen Bodenbedingungen eine erhöhte Wahrscheinlichkeit der Ausbildung einer sekundären Keimruhe besteht. Liegen Rapssamen dagegen nach der Ernte auf der unbearbeiteten Stoppel und sind damit dem Licht ausgesetzt, entwickeln sie keine Keimruhe, sondern keimen, sobald sie ausreichend Feuchtigkeit erhalten, gegebenenfalls ist dies erst nach einem Niederschlag der Fall.

### Förderung des Aufgangs von Unkrautsamen

Ähnlich wie die Kulturpflanzen sollten nach der allgemeinen Vorstellung Unkrautsamen infolge der Stoppelbearbeitung keimen und aufgrund folgender Bearbeitungsgänge vernichtet werden, sodass die Anzahl an Neuzugängen zur Population vermindert wird. Dieser Zusammenhang scheint bei Unkräutern nicht zu stimmen. Zwei Dinge sind hier zu bedenken. Erstens weisen die meisten Unkrautsamen zur Ernte und im Sommer eine stark ausgeprägte Keimruhe (primäre Dormanz) auf. Diese ist die Voraussetzung dafür, dass sie die Zwischenbrachezeit mit regelmäßiger Bodenbearbeitung überleben. Deshalb finden sich kaum aufgelaufene Unkräuter auf der Stoppel, weder auf einer bearbeiteten noch auf einer unbearbeiteten. Zweitens ist die Mehrzahl der Unkrautsamen sehr klein. Somit ist die mögliche Ver-

besserung der Wasserzufuhr durch Einarbeitung in den Boden weniger relevant als bei Kulturpflanzensamen. Unkrautsamen benötigen nur äußerst wenig Wasser zum Keimen und könnten in vielen Fällen aufgrund von Tau sowie aus dem Boden aufsteigendem Wasser für die Keimung ausreichend mit Wasser versorgt sein. Daneben gilt für viele Arten, dass die zur Reife ausgeprägte primäre Keimruhe unter trockenen, warmen Bedingungen, so wie sie auf der Stoppel herrschen, eher abgebaut wird als im Boden, sodass eine Keimung in der Zwischenbrachezeit bei auf der Stoppel liegenden Samen wahrscheinlicher ist als bei in den Boden eingearbeiteten Samen.

Literatur aus den 60er-Jahren zeigt, dass eine Stoppelbearbeitung die Samenunkräuter fördern kann (**Tabelle 2**). In einem Versuch wurde über fünf Jahre unterschiedliche Stoppelbearbeitung durchgeführt bzw. in einer Variante die Stoppel jeweils unbearbeitet gelassen (Kontrollvariante). Am wenigsten Samenunkräuter waren in Sommergetreide im Frühjahr in den Parzellen vertreten, deren Stoppel nicht bearbeitet worden war [3]. Ähnliche Feststellungen wurden in einem Versuch zur Stoppelbearbeitung im ökologischen Landbau vor wenigen Jahren in Kleinhohenheim gemacht [4]. Für annuelle Unkräuter ist somit die Theorie der Unkrautkontrolle durch Stoppelbearbeitung sehr kritisch zu beurteilen.

Die Wirkung der Stoppelbearbeitung ist insbesondere für das verbreitete Ungras Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) zu klären. Möglicherweise ist ein Teil der heutigen Probleme mit Ackerfuchsschwanz darauf zurückzuführen, dass oft eine frühe und auf gute Stroheinarbeitung zielende Stoppelbearbeitung durchgeführt wird. Eine Stoppelbearbeitung gilt aus Sicht der Landwirte dann als zielgerichtet, wenn damit möglichst viel Stroh in den Boden eingearbeitet und der Boden flächendeckend gelockert wird. Hierbei wird zwar jeweils eine flache Bearbeitung angestrebt. Trotzdem könnten auch diese Bedingungen bereits die Überdauerung einiger Unkrautsamen fördern, wie die Modellversuche von Jensen nahelegen [5]. Unter den Versuchsbedingungen der hier zitierten Versuche zur Stoppelbearbeitung nahm der Ackerfuchsschwanz jeweils nur eine untergeordnete Rolle ein.

### Bekämpfung von perennierenden Unkräutern

Im Gegensatz zu den annualen Unkräutern (Samenunkräuter) werden perennierende Unkräuter (Wurzelunkräuter) durch Stoppelbearbeitung eindeutig zurückgedrängt. Etliche Literaturstellen bestätigen dies; so auch die bereits zitierten Publikationen [3; 4]. Auch neuere Untersuchungen zur Wirkung der Stoppelbearbeitung unter den Produktionsbedingungen des ökologischen Landbaus zeigen eindeutig, dass zur Bekämpfung und Eindämmung von perennierenden Unkräutern, insbesondere der Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) und der Quecke (*Elymus repens*) eine möglichst zeitige Stoppelbearbeitung wichtig ist. Im ökologischen Landbau kann schon aus diesem

Tab. 2

Unkräuter in Sommergetreide im Frühjahr 1964 nach fünf Jahren variiert Stoppelbearbeitung. Versuch bei Stuttgart von Koch und Rademacher [3]

Table 2: Weeds in cereals in spring 1964. Effect of varied stubble tillage of the previous five years. Field experiment carried out by Koch and Rademacher close to Stuttgart [3]

Stoppelbearbeitung/ Stubble tillage	Samenunkräuter [Pflanzen • m <sup>2</sup> ]/ Annual weeds [plants • m <sup>2</sup> ]	Wurzelunkräuter [Triebe • m <sup>2</sup> ]/ Perennial weeds [shoots • m <sup>2</sup> ]	Ackerkratzdistel [g • m <sup>2</sup> ]/ Canada thistle [g • m <sup>2</sup> ]
Schälflug/ Shallow plough	368	56,6	10,9
Fräse/ Rotavator	457	57,0	16,6
Scheibenegge/ Discs	359	70,9	26,1
Kontrolle/ Control	302	96,2	20,1

Tab. 3

Gravimetrischer Bodenwassergehalt in Prozent in 0–30 cm Tiefe im Stoppelbearbeitungsversuch Tachenhausen jeweils im September der Jahre 2007–2009. Die Standardabweichung steht in Klammern. Unterschiedliche Buchstaben weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen innerhalb eines Jahres hin,  $p < 0,05$ . Die Daten des Jahres 2009 wiesen keine Varianzhomogenität auf. Diese konnte auch durch Transformation nicht erzielt werden. Deshalb findet sich hier nur beschreibende Statistik.

Table 3: Gravimetric soil water content in percent in 0–30 cm depth assessed on the stubble tillage experiment Tachenhausen in September 2007–2009. The standard deviation is shown in brackets. Letters indicate significant differences between treatments within one year at  $p < 0.05$ . The data from 2009 had heterogenous variances and could not be homogenised by transformation. Therefore, only descriptive statistics is shown.

Datum/ Date	Kontrolle/ Control	1 × Grubber/ 1 × Cultivator	2 × Grubber/ 2 × Cultivator
17.09.2007	19,5 c (0,48)	18,7 b (0,33)	17,7 a (0,22)
18.09.2008	18,1 b (0,30)	18,0 b (0,05)	17,2 a (0,41)
18.09.2009	18,9 (0,71)	20,3 (5,27)	17,1 (0,25)

Grund nicht auf die Stoppelbearbeitung verzichtet werden und es gibt Hinweise, dass hier der Schälplflug oder auch der Stoppelhubel aufgrund der wendenden Arbeitsweise tendenziell besser kontrollierend wirken als nichtwendende Geräte, wie z.B. der Grubber.

Im konventionellen Landbau spielen in der Regel perennierende Unkräuter keine dominierende Rolle und die Bewertung der unkrautregulierenden Wirkung der Stoppelbearbeitung könnte deshalb anders ausfallen.

### Konservierung von Bodenfeuchte

Nach der allgemeinen Vorstellung wirkt die Stoppelbearbeitung einem übermäßigen Austrocknen des Bodens entgegen, da der kapillare Wasseraufstieg unterbrochen wird. Ob dies der Fall ist, ist aufgrund der vorliegenden Versuche zur Stoppelbearbeitung nicht nachzuvollziehen. In den wenigen Versuchen, die hierzu bisher durchgeführt wurden, zeigte sich eher, dass die Bearbeitung des Bodens zu einem Austrocknen des Bodens führt (**Tabelle 3**). In einem Versuch zum Einfluss von Stoppelbearbeitung und Strohaufgabe zeigte sich zudem, dass die unbearbeitete Stoppel insbesondere dann Wasser besser konserviert, wenn das Stroh auf der Stoppel liegen bleibt [6].

Aufgrund der Daten, die aus Versuchen zur Direktsaat bekannt sind, ist dieser Befund nicht überraschend. Es müssten weitere Untersuchungen zu der Frage durchgeführt werden, allerdings unter trockeneren Bodenverhältnissen als sie üblicherweise im Südwesten Deutschlands im Sommer herrschen. Möglicherweise kehren sich die Verhältnisse in Mitteldeutschland

Tab. 4

Mit parasitärem Halmbruch (*Pseudocercospora herpotrichoides*) erkrankte Weizenpflanzen [%] zur Ernte 2009 im Stoppelbearbeitungsversuch Tachenhausen. Unterschiedliche Buchstaben weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen hin,  $p < 0,05$

Table 4: Proportion of wheat plants [%] infected with *Pseudocercospora herpotrichoides* at harvest 2009 on the stubble tillage experiment in Tachenhausen. Letters indicate significant differences between treatments at  $p < 0.05$

	Kontrolle/ Control	1 × Grubber/ 1 × Cultivator	2 × Grubber/ 2 × Cultivator
Stark erkrankt/ Severely infected	6,0 b	15,5 a	10,8 ab
Mittel erkrankt/ Medium infected	27,3 a	28,8 a	29,5 a
Leicht erkrankt/ Weakly infected	40,8 a	38,0 a	45,5 a
Gesund/ Healthy	26,0 b	17,5 ab	14,0 a

um und die Unterbrechung des kapillaren Wasseraufstiegs hat einen größeren Einfluss auf den Wasserhaushalt, als die evaporationsmindernde Wirkung des Stroh sowie die in direkter Folge nach der Stoppelbearbeitung verstärkte Verdunstung.

### Förderung der Umsetzung von Ernterückständen und organischen Düngern

Durch die Erhöhung der Kontaktfläche zwischen Boden und auf der Stoppel liegendem organischen Material wird nach weit verbreiteter Ansicht die Umsetzung desselben verbessert. Dies lässt sich aufgrund von Versuchen im Zusammenhang mit konservierender Bodenbearbeitung belegen [7]. Säckchen, die mit Rapsstroh gefüllt von März bis August auf der Bodenoberfläche eines Feldes in Kanada lagen bzw. im Boden vergraben waren, mineralisierten rascher im Boden. Inwiefern die Monate der Zwischenbrachezeit für die Umsetzungsprozesse eine vergleichbare Relevanz aufweisen, ist bisher nicht bekannt. Wichtig ist eine schnelle Strohhrotte zur Unterbrechung von Infektionsketten vom Stroh der Vorfrucht auf die jungen Pflanzen der Folgefrucht. In einem Versuch in Tachenhausen wurde 2009 im Weizen die Infektion mit parasitärem Halmbruch (*Pseudocercospora herpotrichoides*) zur Ernte bonitiert (**Tabelle 4**). Die Ergebnisse müssen sehr vorsichtig interpretiert werden, da sie nur ein Jahr repräsentieren. Allerdings weisen sie eher auf eine Infektionsförderung durch Stoppelbearbeitung hin als umgekehrt. *Fusarium spec.*, eine weitere wichtige Pilzkrankheit, die über Erntereste übertragen wird, trat in dem Versuch nicht in nennenswertem Umfang auf, sodass bisher keine Aussagen hierzu möglich sind.

Tab. 5

Kornerträge [dt • ha<sup>-1</sup>] bei 14 % Feuchte im Stoppelbearbeitungsversuch Tachenhausen in den Jahren 2008 bis 2010. Unterschiedliche Buchstaben weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen innerhalb eines Jahres hin,  $p < 0,05$

Table 5: Yields [dt • ha<sup>-1</sup>] at 14 % moisture content on the stubble tillage experiment Tachenhausen in the years 2008 to 2010. Letters indicate significant differences between treatments within one year at  $p < 0.05$

Kultur/ Crop	Jahr/ Year	Kontrolle/ Control	1 × Grubber/ 1 × Cultivator	2 × Grubber/ 2 × Cultivator
Hafer/ Oats	2008	86,4 b	91,0 ab	92,3 a
Winterweizen/ Winter wheat	2009	80,8 a	81,2 a	80,5 a
Sommergerste/ Spring barley	2010	87,3 b	90,7 a	91,8 a

### Ertragsbildung in Abhängigkeit von der Stoppelbearbeitung

Im Anschluss an die Ernte 2007 wurde ein Versuch angelegt, der die Wirkung der Stoppelbearbeitung auf den Ertrag untersucht. Bei dem Standort handelt es sich um einen annähernd unkrautfreien Versuchsacker (Saatgut erzeugender Betrieb) auf sehr fruchtbarem Boden (Parabraunerde aus Löß) des Lehr- und Versuchsbetriebes Tachenhausen. **Tabelle 5** zeigt die Kornerträge der ersten drei Versuchsjahre. Insbesondere die Sommerungen Hafer und Sommergerste wurden durch die Stoppelbearbeitung gefördert. Beim Winterweizen wurden keine Unterschiede im Ertrag festgestellt.

Auf dem Versuchsbetrieb Kleinhohenheim (ökologischer Anbau) erwies sich eine unterlassene Stoppelbearbeitung aufgrund der massiven Zunahme der Ackerkratzdistel als stark ertragsmindernd. Dieser Effekt kann im Stoppelbearbeitungsversuch Tachenhausen nicht der Grund der verringerten Hafer- und Sommergerstenerträge gewesen sein. Es muss sich um andere Ursachen handeln. Möglicherweise wiesen die Parzellen ohne Stoppelbearbeitung eine schlechtere Bodenstruktur auf als die Parzellen, in denen ein- oder zweimal die Stoppel bearbeitet wurde.

### Schlussfolgerungen

Die aufgeführten Ergebnisse machen deutlich, dass es in Bezug auf die Wirkung der Stoppelbearbeitung noch viele Unbekannte gibt. Eindeutig ist, dass Stoppelbearbeitung perennierende Unkräuter zurückdrängt. Deshalb kann im ökologischen Landbau oder allgemein unter Anbaubedingungen mit hoher Dichte perennierender Unkräuter nicht auf die Stoppelbearbeitung verzichtet werden. Unter diesen Bedingungen ist die Empfehlung einer frühen und gegebenenfalls mehrfach durchgeführten Stoppelbearbeitung sicherlich richtig.

Unter Anbaubedingungen, unter denen perennierende Unkräuter eine untergeordnete Rolle spielen, stellt sich hingegen die Frage, ob eine frühe und intensive Stoppelbearbeitung immer sinnvoll ist. Eventuell werden Ungrasprobleme, z. B. mit Ackerfuchsschwanz, gefördert. Es spricht manches dafür, dass hierdurch die Dormanz der Ackerfuchsschwanzsamen vertieft und damit die Überdauerung gefördert wird. Die Wirkung auf die Ertragsbildung ist unklar. Der hier vorgestellte Versuch beruht auf dreijährigen Ergebnissen an einem Standort. Es sind deshalb dringend weitere Versuche notwendig. Insbesondere für pfluglos arbeitende Landwirte ist es wichtig zu wissen, inwiefern die Bodenbearbeitung in der Zwischenbrachezeit negative Effekte der nicht wendenden Bodenbearbeitung ausgleichen kann.

### Literatur

- [1] Diepenbrock, W.; Ellmer, F.; Leon, J. (2005): Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. UTB Grundwissen Bachelor. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer. 1. Auflage
- [2] Pekrun, C.; Lutman, P.J.W.; Büchse, A.; Albertini, A.; Claupein, W. (2006): Reducing gene escape in time by adjusted post-harvest tillage - Evidence from field experiments with oilseed rape at 10 sites in Europe. *European Journal of Agronomy* 25, pp. 289-298
- [3] Koch, R.; Rademacher, B. (1966): Einfluss verschiedenartiger Stoppelbearbeitung auf die Verunkrautung. *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* 123, S. 395-409
- [4] Pekrun, C.; Claupein, W. (2006): The implication of stubble tillage for weed population dynamics in organic farming. *Weed Research* 46, pp. 414-423
- [5] Jensen, P. K. (2009): Longevity of seeds of four annual grass and two dicotyledon weed species as related to placement in the soil and straw disposal technique. *Weed Research* 49, pp. 592-601
- [6] Pekrun, C.; Claupein, W. (2004): Wird durch Stoppelbearbeitung die unproduktive Verdunstung gesenkt? *Mitteilungen Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 16, S. 163-164
- [7] Franzluebbers, A.J.; Arshad, M.A.; Ripmeester, J.A. (1996): Alterations in canola residue composition during decomposition. *Soil Biology and Biochemistry* 28, pp. 1289-1295

### Autoren

**Prof. Dr. Carola Pekrun** ist Professorin für Pflanzenbau und Qualitätsmanagement an der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen, 72622 Nürtingen, Neckarsteige 6-10, E-Mail: carola.pekrun@hfwu.de

**Dipl.-Ing. agr. (FH) Stefan Pflaum** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Pflanzenbau der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen, E-Mail: stefan.pflaum@hfwu.de

**Dipl.-Ing. agr. (FH) Ulrich Henne** ist landwirtschaftlicher Unternehmensberater in 23617 Eckhorst, Arfrader Weg 4, E-Mail: Uli.Henne@arcor.de

### Danksagung

Die Autoren danken der Firma Lemken für die Unterstützung der Versuchstätigkeit.